

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-161542

(43)Date of publication of application : 20.06.1997

(51)Int.CI.

H01B 5/14  
C23C 14/08  
H01H 13/70  
H05K 1/09

(21)Application number : 07-319411

(71)Applicant : IDEMITSU KOSAN CO LTD

(22)Date of filing : 07.12.1995

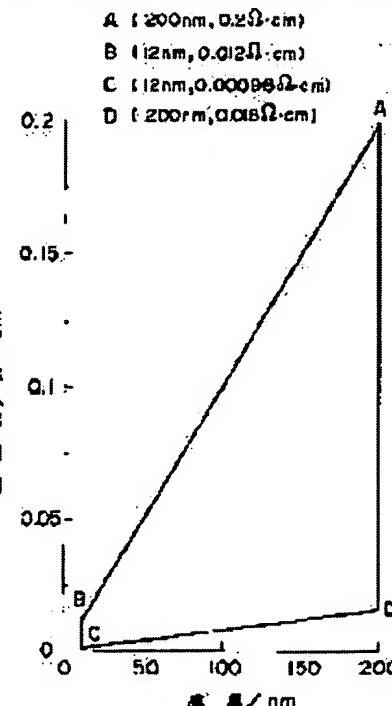
(72)Inventor : TOMAI SHIGEKAZU  
UMIGAMI AKIRA

## (54) TRANSPARENT CONDUCTIVE LAMINATE AND TOUCH PANEL USING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To produce with good reproducibility a transparent conductive layered product equipped with a transparent conductive film having high electric resistance and also provide a touch panel having a high input accuracy with good reproducibility.

**SOLUTION:** At least one metal element is selected among indium In, tin Sn, titanium Ti, iridium Ir, yttrium Y, chromium Cr, zinc Zn, zirconium Zr, hafnium Hf, tantalum Ta, cobalt Co, bismuth Bi, and manganese Mn, and an oxide film is formed from this element(s) and oxygen O where the atomic ratio of the total amount of the metal element(s), i.e., (total metal atoms)/(In+Sn+ total metal atoms), ranges from 2.2 to 40at%, and a transparent conductive film whose thickness and specific resistance lie within a quadrangle having the angles at Points A, B, C, D is formed on a transparent base material having electric insulativeness so that a transparent conductive laminate is obtained. The transparent laminate is used at least one of the two transparent electrode boards constituting a touch panel.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.12.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-161542

(43)公開日 平成9年(1997)6月20日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 B 5/14			H 01 B 5/14	A
C 23 C 14/08			C 23 C 14/08	D
H 01 H 13/70		4235-5G	H 01 H 13/70	E
H 05 K 1/09			H 05 K 1/09	A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全11頁)

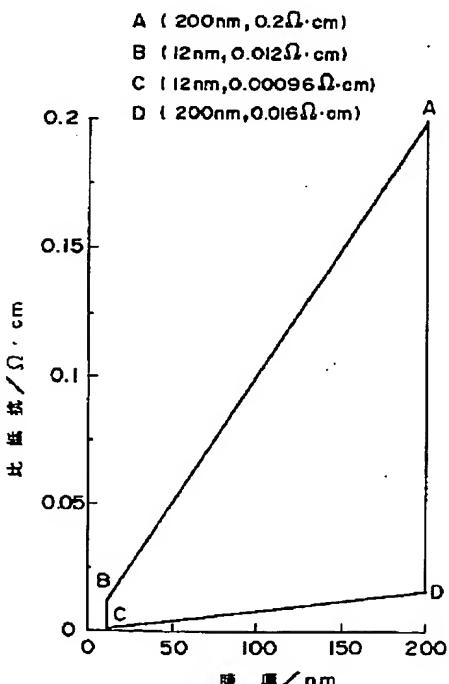
(21)出願番号	特願平7-319411	(71)出願人	000183646 出光興産株式会社 東京都千代田区丸の内3丁目1番1号
(22)出願日	平成7年(1995)12月7日	(72)発明者	答井 重和 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興産株 式会社内
		(72)発明者	海上 晓 千葉県袖ヶ浦市上泉1280番地 出光興産株 式会社内
		(74)代理人	弁理士 中村 静男 (外2名)

(54)【発明の名称】 透明導電積層体およびこれを用いたタッチパネル

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 高電気抵抗の透明導電膜を備えた透明導電積層体を再現性よく得、また、入力精度の高いタッチパネルを再現性よく得る。

【解決手段】 インジウムInと、錫Snと、チタンTi、イリジウムIr、イットリウムY、クロムCr、亜鉛Zn、ジルコニウムZr、ハフニウムHf、タンタルTa、コバルトCo、ビスマスBiおよびマンガンMnからなる群より選択された少なくとも1種の金属元素と、酸素Oとを構成元素とし、前記金属元素の総量の原子比(全金属原子)/(In+Sn+全金属原子)が2.2~4.0at%である酸化物膜からなり、膜厚および比抵抗が添付図面の図1に示す点A、B、C、Dを頂点とする四角形の範囲内にある透明導電膜を電気絶縁性の透明基材上に形成して透明導電積層体を得る。また、タッチパネルを構成している2枚の透明電極基板の少なくとも一方として、上記の透明導電積層体を用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気絶縁性の透明基材と、この透明基材上に形成された透明導電膜とを有し、前記透明導電膜が、インジウム(I n)と、錫(S n)と、チタン(T i)、イリジウム(I r)、イットリウム(Y)、クロム(C r)、亜鉛(Z n)、ジルコニウム(Z r)、ハフニウム(H f)、タンタル(T a)、コバルト(C o)、ビスマス(B i)およびマンガン(M n)からなる群より選択された少なくとも1種の金属元素と、酸素(O)とを構成元素とし、前記金属元素の総量の原子比(全金属原子)/(I n + S n + 全金属原子)が2.2~4.0at%である酸化物膜からなり、該透明導電膜の膜厚および比抵抗が、添付図面の図1に示す点A、B、C、Dを頂点とする四角形の範囲内にあることを特徴とする透明導電積層体。

【請求項2】 酸化物膜におけるインジウム(I n)の原子比 I n/(I n + S n + 全金属元素)が6.0~9.5 at%、錫(S n)の原子比 S n/(I n + S n + 全金属元素)が2.8~2.0at%である、請求項1または請求項2に記載の透明導電積層体。

【請求項3】 抵抗膜方式のタッチパネルに使用される、請求項1または請求項2に記載の透明導電積層体。

【請求項4】 アナログ型のタッチパネルに使用される、請求項1~請求項3のいずれか1項に記載の透明導電積層体。

【請求項5】 所定のパターンに形成された透明電極膜を有する2枚の透明電極基板を備え、前記2枚の透明電極基板が前記透明電極膜同士を対向させて所定間隔で配置されており、前記透明電極基板のうちの一方の外部から該透明電極基板に荷重を加えたときに前記透明電極膜同士が導通するタッチパネルにおいて、

前記2枚の透明電極基板の少なくとも一方が、請求項1~請求項4のいずれか1項に記載の透明導電積層体となることを特徴とするタッチパネル。

【請求項6】 抵抗膜方式のタッチパネルである、請求項5に記載のタッチパネル。

【請求項7】 アナログ型のタッチパネルである、請求項5または請求項6に記載のタッチパネル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、透明導電積層体およびこれを用いたタッチパネルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、パソコンコンピュータ、ワードプロセッサ、電子手帳等のコンピュータ本体(主記憶装置)へのデータ入力を行うための入力装置の1つとして、入力面に指やペン等によって単に荷重を加えるだけでデータ入力を行うことができるタッチパネル(タッチスクリーンを含む。以下同じ。)が多用されるようになってきた。このタッチパネルには種々の原理のものがあ

るが、その1つとして、抵抗膜方式のものがある。抵抗膜方式のタッチパネルはアナログ型とデジタル型とに大別されるが、入力位置の検出感度の向上に伴い、最近ではアナログ型が採用されつつある。

【0003】 アナログ型のタッチパネルでは、透明基材とこの透明基材上に平膜状に形成された透明電極膜(抵抗膜)とを備えた透明電極基板が2枚、前記の透明電極膜同士が対向するようにしてスペーサ等によって所定間隔に保たれつつ配置されており、2枚の透明電極基板のうちの一方が入力面側に位置している。そして、入力面側に位置している透明電極基板の外部から当該透明電極基板に荷重が加えたときに透明電極膜同士が導通するよう、これらの透明電極膜の各々は、当該透明電極膜の所定の位置に設けられた電極端子やリード線(取出し電極)を介して所定の駆動回路と電気的に接続されている。また、透明電極膜の各々は、比較回路、マイクロプロセッサー、アナログ/デジタル変換器等を用いた座標検出手段とも電気的に接続されている。

【0004】 このアナログ型のタッチパネルにおいては、入力面側に位置している透明電極基板の外部から荷重が加えられて透明電極膜同士が導通したときに、一方の透明電極膜における所定の端部から前記の導通が生じた箇所を経て他方の透明電極膜における所定の端部へ電流が流れるように回路が組まれている。そして、この回路における電気抵抗値は、前記の導通が生じた箇所、すなわち前記の荷重が加えられた箇所の位置座標に応じて変化することから、この電気抵抗値の変化に基づいて、前記の荷重が加えられた箇所の位置座標が座標検出手段によって検出される。このため、アナログ型のタッチパネルに使用される透明電極膜については、デジタル型のタッチパネルに使用される透明電極膜よりも高電気抵抗で、かつ、表面抵抗の均一性に優れていることが要求される。

【0005】 ところで、抵抗膜方式のタッチパネル、特にアナログ型のタッチパネルについては、近年、入力精度の高精度化に対する要望が高まっており、当該要望を満たすためには、表面抵抗が概ね $800\Omega/\square$ 以上である透明電極膜を用いることが望まれている。

【0006】 透明電極膜としては従来より物理的蒸着法によって形成されたITO膜が多用されているが、当該ITO膜は比抵抗が通常 $5 \times 10^{-4}\Omega \cdot cm$ 未満の透明導電膜となる。したがって、ITO膜を透明電極膜として用いて入力精度が向上したアナログ型のタッチパネルを得るために、ITO膜の膜厚を6nm程度と非常に薄くする必要がある。しかしながら、このように極めて薄い薄膜は、島状構造の域を脱していない(『薄膜の基本技術』(東京大学出版会)第90~91頁参照)ため、実用に耐え得るものではない。このため、特にアナログ型のタッチパネルの透明電極膜については、ITO膜に代わる新たな高電気抵抗膜の開発が望まれている。

【0007】ITO膜よりも高電気抵抗の膜としては、酸化インジウムに酸化錫と共に酸化ケイ素および／または酸化アルミニウムを所定量ドープした透明導電膜が知られている（特開平4-206403号公報参照）。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の公報に開示されている透明導電膜は、表面抵抗、光透過性および耐環境性の点で、アナログ型のタッチパネルの透明電極膜として好適なものである。しかしながらこの透明導電膜では、酸化インジウムに酸化錫と共にドープされている酸化ケイ素および／または酸化アルミニウムの混合濃度の僅かな違いが、得られる透明導電膜の比抵抗のバラツキに大きく反映され、結果として、所望の電気的特性を有する透明導電膜を再現性よく得ることが困難である。

【0009】本発明の第1の目的は、所望の電気的特性を有するものを再現性よく得ることができる透明導電積層体を提供することにある。

【0010】また、本発明の第2の目的は、所望の入力精度を有するものを再現性よく得ができるタッチパネルを提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本願発明者らは、上記の実状に鑑みて鋭意研究を行った結果、インジウム（In）、錫（Sn）および酸素（O）の他に特定の金属元素を構成元素とする酸化物を用いることにより、所望の電気的特性を有する透明導電膜が再現性よく得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0012】すなわち、上記第1の目的を達成する本発明の透明導電積層体は、電気絶縁性の透明基材と、この透明基材上に形成された透明導電膜とを有し、前記透明導電膜が、インジウム（In）と、錫（Sn）と、チタン（Ti）、イリジウム（Ir）、イットリウム（Y）、クロム（Cr）、亜鉛（Zn）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、タンタル（Ta）、コバルト（Co）、ビスマス（Bi）およびマンガン（Mn）からなる群より選択された少なくとも1種の金属元素と、酸素（O）とを構成元素とし、前記金属元素の総量の原子比（全金属原子）／（In+Sn+全金属原子）が2.2～4.0at%である酸化物膜からなり、当該透明導電膜の膜厚および比抵抗が、添付図面の図1に示す点A、B、C、Dを頂点とする四角形の範囲内にあることを特徴とするものである。

【0013】また、上記第2の目的を達成する本発明のタッチパネルは、所定のパターンに形成された透明電極膜を有する2枚の透明電極基板を備え、前記2枚の透明電極基板が前記透明電極膜同士を対向させて所定間隔で配置されており、前記透明電極基板のうちの一方の外部から当該透明電極基板に荷重を加えたときに前記透明電極膜同士が導通するタッチパネルであり、前記2枚の透明電極基板の少なくとも一方が、上述した本発明の透明

導電積層体からなることを特徴とするものである。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。まず本発明の透明導電積層体に説明すると、この透明導電積層体は、上述したように、電気絶縁性の透明基材と、この透明基材上に形成された透明導電膜とを有しており、前記の透明導電膜は、特定の酸化物膜からなる。

【0015】本発明の透明導電積層体を構成する透明基材は、可視光の透過率が概ね70%以上である電気絶縁性の基材であればよく、その具体例としてはポリカーボネート樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、アモルファスピリオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、アクリル樹脂等の透明高分子材料や、ソーダ石灰ガラス、鉛ガラス、硼硅酸ガラス、無アルカリガラス等のガラスからなるフィルム状物、シート状物および板状物が挙げられる。これらの中でも、可撓性およびコストの点からポリエチレンテレフタレートからなるものが好みしい。

【0016】また、透明基材の片面または両面には、必要に応じてガスバリア層、ハードコート層、反射防止層等を設けてもよい。ガスバリア層の具体例としては、エチレン-ビニルアルコール共重合体、ポリビニルアルコール、ポリアクリロニトリル、ポリ塩化ビニリデン、ポリフッ化ビニリデン等からなるものが挙げられる。また、ハードコート層の具体例としては、チタン系やシリカ系のハードコート剤、ポリメチルメタクリレート、ポリオスファゼン等の高分子材料等からなるものが挙げられる。そして、反射防止層の具体例としては、フッ素系アクリルポリマー等の低屈折率ポリマー、MgF<sub>2</sub>やCaF<sub>2</sub>等の無機フッ化物、TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、ZnO、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の無機酸化物、およびこれらの積層体からなるもの等が挙げられる。

【0017】上述した透明基材上に形成されている透明導電膜は、前述したように、インジウム（In）と、錫（Sn）と、チタン（Ti）、イリジウム（Ir）、イットリウム（Y）、クロム（Cr）、亜鉛（Zn）、ジルコニウム（Zr）、ハフニウム（Hf）、タンタル（Ta）、コバルト（Co）、ビスマス（Bi）およびマンガン（Mn）からなる群より選択された少なくとも1種の金属元素と、酸素（O）とを構成元素とし、前記金属元素の総量の原子比（全金属原子）／（In+Sn+全金属原子）が2.2～4.0at%である酸化物膜からなる。そして、この透明導電膜の膜厚および比抵抗は、添付図面の図1に示す点A、B、C、Dを頂点とする四角形の範囲内（境界線上を含む。）にある。なお、図1中の線分ABは表面抵抗が10kΩ/□である酸化物膜についての膜厚と比抵抗との関係を示しており、線分CDは表面抵抗が800Ω/□である酸化物膜についての

膜厚と比抵抗との関係を示している。

【0018】上記の酸化物膜からなる透明導電膜は、その製造過程での不可避的な混入物を除き、上記の構成元素のみからなる。この酸化物膜（透明導電膜）は、(1) 非晶質、(2) インジウム酸化物、錫酸化物および上記の群より選択された金属元素の酸化物との混合物（混晶を除く結晶質。）、(3) インジウム酸化物、錫酸化物および上記の群より選択された金属元素の酸化物との混晶、(4) 上記(3) の混晶と、上記の群より選択された金属元素の酸化物との混合物、のいずれからなるものでもよい。

【0019】上述した酸化物膜は、200 nm 厚での可視光の透過率が概ね 85% 以上であるので、その膜厚を 200 nm 以下にすることにより、透明導電膜として好適に使用することが可能になる。この酸化物膜の膜厚が 200 nm を超えると可視域での光吸収が大きくなり、光透過率の低下が避けられない。そのため、このような酸化物膜を例えばタッチパネルの電極膜として利用した場合には、当該タッチパネルの入力面が暗く見づらくなる。一方、当該酸化物膜の膜厚が 12 nm 未満では、実用に耐え得る導電膜を形成することが困難になる。したがって本発明では、図 1 に示すように、上述した酸化物膜からなる透明電極膜の膜厚を 12 ~ 200 nm とする。上記の酸化物膜の膜厚は、アナログ型のタッチパネルの透明電極膜として使用する場合には 12 ~ 50 nm とすることが特に好ましい。

【0020】また、上述した酸化物膜においては、上記の群より選択された金属元素の総量の原子比（全金属原子）／（In + Sn + 全金属原子）を、2.2 ~ 4.0 at% に限定する。ここで、上記の群より選択された金属元素の総量の原子比を表す式中の「全金属原子」とは、上記の群より選ばれた金属元素についての原子数（相対値）の総和を意味する（以下同様。）。

【0021】本発明において上記金属元素の総量の原子比の下限値を 2.2 at% に限定する理由は、当該原子比が 2.2 at% 未満の酸化物膜では比抵抗が  $9.6 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  未満となるため、酸化物膜の膜厚を実用に耐え得る最小膜厚（約 12 nm）とした場合には表面抵抗が 800  $\Omega/\square$  未満となり、この膜厚下では入力精度が向上したアナログ型のタッチパネルを得るために高抵抗電極膜に要求される電気的特性を満足し得なくなるからである。また、当該原子比が 4.0 at% を超える酸化物膜では比抵抗が  $2.0 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$  を超えるため、表面抵抗を  $10 \text{k}\Omega/\square$  としてもその膜厚は 200 nm を超え、このように厚い酸化物膜では可視域での光吸収が無視できず、光透過率の低下が避けられない。そして、このような酸化物膜を例えばタッチパネルの電極膜として利用した場合には、当該タッチパネルの入力面が暗く見づらくなる。したがって、本発明では上記金属元素の総量の原子比の上限値を 4.0 at% に限定する。上記金属

元素の総量の原子比は、目的とする透明導電積層体の用途およびその電気的特性ならびに金属元素の種類等に応じて適宜選択可能である。

【0022】一方、酸化物膜におけるインジウム（In）の原子比 In / (In + Sn + 全金属原子) および錫（Sn）の原子比 Sn / (In + Sn + 全金属原子) は、電気抵抗の経時的安定性の高い酸化物膜を得るうえから、前者が 6.0 ~ 9.5 at%、後者が 2.8 ~ 2.0 at% であることが好ましく、特に、前者が 6.0 ~ 9.0 at%、後者が 3.0 ~ 1.5 at% であることが好ましい。

【0023】上述した酸化物膜の表面抵抗は、当該酸化物膜の組成および膜厚を調整することによって適宜変更可能であり、目的とする透明導電積層体の用途およびその電気的特性等に応じた所望値とすることができるが、表面抵抗が  $10 \text{k}\Omega/\square$  を超える膜では抵抗値分布が大きくなる。

【0024】本発明の透明導電積層体を用いて入力精度が向上したアナログ型のタッチパネルを作製しようとする場合には、酸化物膜（透明導電膜）の表面抵抗が概ね  $1000 \sim 5000 \Omega/\square$ 、より好ましくは  $1000 \sim 3000 \Omega/\square$ 、更に好ましくは  $2000 \sim 3000 \Omega/\square$ 、比抵抗が  $9.6 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^{-1} \Omega \cdot \text{cm}$ 、より好ましくは  $3 \times 10^{-3} \sim 9 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ 、更に好ましくは  $6 \times 10^{-3} \sim 9 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$  となるよう当該酸化物膜（透明導電膜）の組成および膜厚を調整することが好ましい。

【0025】透明導電膜として上述した酸化物膜を有する本発明の透明導電積層体は、前述した透明基材上に、スパッタリング法、プラズマ CVD 法、スプレー・パイロリシス法、ゾルゲル法、イオンプレーティング法等の方法によって上記の酸化物膜を形成することにより得ることができる。均一性や透明基材との密着性に優れた透明導電膜を得るうえからは、スパッタリング法（反応性スパッタリング法を含む。）によって上記の酸化物膜を形成することが好ましい。

【0026】そして、スパッタリング法によって上記の酸化物膜を形成する場合、スパッタリングターゲットとしては、目的とする透明導電膜の組成に応じた酸化物からなる焼結体ターゲットを用いることが好ましい。ここで、「目的とする透明導電膜の組成に応じた酸化物からなる焼結体ターゲット」とは、目的とする組成の透明導電膜を得ることができる組成の酸化物からなる焼結体ターゲットを意味する。当該焼結体ターゲットの組成は、スパッタ率および目的とする透明導電膜の組成に応じて適宜選択される。

【0027】上記の焼結体ターゲットは、例えば、目的とする透明導電膜を構成する元素のうちの酸素（O）以外の各元素について、その酸化物または焼成により酸化物となる化合物を所定量づつ混合し、この混合物を仮焼した後に粉碎し、この後、成形し、焼結することにより

得ることができる。例えば、目的とする透明導電膜がインジウム (In)、錫 (Sn)、チタン (Ti) および酸素 (O) を構成元素とするものである場合には、次のようにして目的とする焼結体ターゲットを得ることができる。

【0028】まず、酸化インジウムまたは焼成により酸化インジウムとなる化合物（例えば塩化インジウム、硝酸インジウム、酢酸インジウム、水酸化インジウム、インジウムアルコキシド等）と、酸化錫または焼成により酸化錫となる化合物（例えば塩化錫、硝酸錫、酢酸錫、水酸化錫、錫アルコキシド等）と、酸化チタンまたは焼成により酸化チタンとなる化合物（例えば塩化チタン、硝酸チタン、硫酸チタン等）とを、所定量づつ秤量して混合する。次いで、得られた混合物を 500～1200 °C で仮焼し、この仮焼物をポールミル、ロールミル、パールミル、ジェットミル等で粉碎して、粒子径が 0.01～1.0 μm の範囲内でかつ粒子径の揃った粉末を得る。なお、仮焼物の粉碎に先立って、当該仮焼物に 100～800 °C で還元処理を施してもよい。また、必要に応じて、前記の粉末について更に仮焼、粉碎を所望回数繰り返してもよい。この後、得られた粉末を所望形状に加圧成形し、成形物を 800～1700 °C で焼結する。このとき、必要に応じてポリビニルアルコール、メチセルロース、ポリワックス、オレイン酸などを焼結助剤として用いてもよい。このようにして焼結体を得ることにより、目的とする焼結体ターゲットを得ることができる。

【0029】上述した焼結体ターゲットを用いてのスパッタリングは、RFスパッタリング、DCスパッタリング等により行うことができるが、生産性や得られる酸化物膜の膜特性の観点から、工業的には一般的に DCスパッタリングが好ましい。DCスパッタリングのスパッタリング条件の一例を挙げるとすれば、以下のようになる。

【0030】すなわち、スパッタリング雰囲気はアルゴンガス等の不活性ガス、または不活性ガスと酸素ガスとの混合ガスとし、スパッタ時の雰囲気圧（スパッタ圧）は  $1 \times 10^{-2}$  Pa～5 Pa 程度、ターゲット印加電圧（放電電圧）は 1000 V 未満とする。スパッタ時の雰囲気圧（スパッタ圧）が  $1 \times 10^{-2}$  Pa 未満ではプラズマの安定性が悪く、5 Pa を超えると得られる酸化物膜の基材への密着性が悪くなる。また、ターゲット印加電圧（放電電圧）が 1000 V 以上では酸化物膜がプラズマによるダメージを受け、目的とする電気的特性を有する酸化物膜が得られなかったり、ターゲットが割れる等の問題が発生し易い。ターゲット印加電圧（放電電圧）の好ましい値は 800 V 未満、さらに好ましくは 500 V 未満である。高品質の酸化物膜を得るためにターゲット印加電圧（放電電圧）をできるだけ低くすることが好ましいが、極端に低い場合には生産性の問題が生じて

くる。したがって、ターゲット印加電圧（放電電圧）の最適値は、要求される透明導電膜の品質と生産性とを総合的に考慮したうえで適宜選択される。また、成膜時の基板温度（透明基材の温度）は、透明基材の耐熱性に応じて、当該透明基材が熱により変形や変質を起こさない温度範囲内で適宜選択される。

【0031】上記の酸化物膜からなる透明導電膜の形状は、当該透明導電膜を用いるタッチパネルの種類に応じて適宜選択される。例えばデジタル型のタッチパネルに使用する場合には、成膜時に所定のマスクを使用することによって、あるいは成膜後に所定のパターニングを行うことによって、所望の平行ストライプパターンに形成される。また、アナログ型のタッチパネルに使用する場合には、成膜時に必要に応じて所定のマスクを使用することによって、あるいは成膜後に必要に応じて所定のパターニングを行うことによって、1枚の平膜に形成される。

【0032】上述のようにして得ることができる本発明の透明導電積層体においては、当該透明導電積層体を構成している透明導電膜が、前述したように、インジウム (In) と、錫 (Sn) と、チタン (Ti)、イリジウム (Ir)、イットリウム (Y)、クロム (Cr)、亜鉛 (Zn)、ジルコニウム (Zr)、ハフニウム (Hf)、タンタル (Ta)、コバルト (Co)、ビスマス (Bi) およびマンガン (Mn) からなる群より選択された少なくとも 1 種の金属元素と、酸素 (O) とを構成元素とする酸化物膜からなる。

【0033】上記の群を構成している各金属元素は、酸化物（化学量論比の酸化物）となったときに室温付近でいずれも半導体的な性質（比抵抗が  $10^{-3} \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ ；『酸化物便覧』（サムノフ監修；日・ソ通信社）第 208～209 頁参照）を示すため、酸化物膜を得るためにあたってインジウム (In)、錫 (Sn) および酸素 (O) の他に上記の群より選択された少なくとも 1 種の金属元素を当該酸化物膜の構成元素とすることにより、インジウム (In)、錫 (Sn) および酸素 (O) のみを構成元素とする酸化物膜よりも高電気抵抗の酸化物膜を得ることが可能になる。

【0034】このとき、上記の酸化物膜の比抵抗は前記金属元素の総量の原子比の増大に伴って上昇するが、インジウム (In)、錫 (Sn) および酸素 (O) の他にアルミニウム (Al) やケイ素 (Si) 等、酸化物（化学量論比の酸化物）となったときに電気絶縁性を示す元素 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  の比抵抗は  $1 \times 10^{22} \Omega \cdot \text{cm}$ 、 $\text{SiO}_2$  の比抵抗は  $1 \times 10^{21} \Omega \cdot \text{cm}$ ) を構成元素とする酸化物膜において前記酸化物となったときに電気絶縁性を示す元素の原子比を増大させた場合よりも、その上昇の度合いは緩慢である。

【0035】このため、本発明の透明導電積層体を構成している透明導電膜（酸化物膜）については、当該透明

導電膜（酸化物膜）の電気抵抗値を所望の値にするための制御が容易であり、その結果として、所望の電気的特性を有する透明導電積層体を再現性よく得ることができる。

【0036】次に、本発明のタッチパネルについて説明する。本発明のタッチパネルは、前述したように、当該タッチパネルを構成している2枚の透明電極基板の少なくとも一方が、上述した本発明の透明導電積層体からなっている。本発明の透明導電積層体を一方の透明電極基板として用い、上述した酸化物膜以外の膜からなる透明電極膜が形成されている透明電極基板を他の1枚として用いて本発明のタッチパネルを構成する場合、前記の「上述した酸化物膜以外の膜からなる透明電極膜」としては、ITO膜や酸化錫膜等、透明性および電気抵抗の経時安定性に優れているものが好ましい。入力精度の高いアナログ型のタッチパネルを得る場合には、本発明の透明導電積層体を上記2枚の透明電極基板の両方として用いることが望ましい。

【0037】本発明のタッチパネルは、当該タッチパネルを構成する2枚の透明電極基板のうちの少なくとも一方として、上述した本発明の透明導電積層体を用いることの他は、従来のタッチパネルと同様にして構成される。このとき、2枚の透明電極基板は、透明電極膜同士が対向するようにしてスペーサ等によって所定間隔に保たれつつ配置され、これらの透明電極基板のうちの一方が入力面側に位置する。そして、入力面側に位置している透明電極基板の外部から当該透明電極基板に荷重が加えたときに透明電極膜同士が導通するように、これらの透明電極膜の各々は、当該透明電極膜の所定の位置に設けられた電極端子やリード線（取出し電極）を介して所定の駆動回路と電気的に接続される。また、透明電極膜の各々は、比較回路、マイクロプロセッサー、アナログ／デジタル変換器等を用いた座標検出手段とも電気的に接続される。上述のようにして構成される本発明のタッ

スパッタリング装置	: HSM-552 (株)島津製作所製
ターゲットサイズ	: 直径4インチ、厚さ5mm
放電形式	: 直流マグネットロン
放電電流	: 0.2A
放電電圧	: 400V
バックグラウンド圧力	: $5.0 \times 10^{-4}$ Pa
導入ガス（雰囲気ガス）	: 97vol%Ar + 3vol%O <sub>2</sub> 混合ガス
プレスパッタ圧力	: $1.4 \times 10^{-4}$ Pa
プレスパッタ時間	: 5分
スパッタ圧力	: $1.4 \times 10^{-1}$ Pa
スパッタ時間	: 4分
基板回転速度	: 6 rpm
基板温度	: 室温

【0042】上述のようにして得られた透明導電積層体のそれぞれについて、当該透明導電積層体を構成している酸化物膜の膜厚、表面抵抗、表面抵抗の標準偏差およ

チパネルは、抵抗膜方式のタッチパネルとすることが好ましく、特にアナログ型のタッチパネルとすることが好ましい。

【0038】本発明のタッチパネルにおけるデータ入力位置の検出原理は従来と同じであるが、当該タッチパネルを構成している2枚の透明電極基板の少なくとも一方は、前述した本発明の透明導電積層体からなる。すなわち、互いに対向する2枚の透明電極膜の少なくとも一方は、前述した酸化物膜からなる。そして、本発明の透明導電積層体は、前述のように、所望の電気的特性を有するものを再現性よく得ができるものであるので、当該透明導電積層体を用いた本発明のタッチパネルもまた、所望の入力精度を有するものを再現性よく得ができる。

【0039】また、本発明のタッチパネルにおいては、互いに対向している2枚の透明電極膜の少なくとも一方は、表面抵抗が800～10kΩ/□と高い前述の酸化物膜からなっているので、座標検出の際のデータ誤認が起りにくく、確実なデータ入力を安定して行うことが可能である。

#### 【0040】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

##### 実施例1～実施例11（透明導電積層体の製造）

電気絶縁性の透明基材として厚さ180μmのポリエチレンテレフタートフィルム（以下PETフィルムと略記する。）を用い、スパッタリングターゲットとして表1に示す原子組成比（酸素を除く。）の混合酸化物からなる焼結体ターゲットを用いて、表2に示す原子組成比（酸素を除く。）の酸化物膜（透明導電膜）を下記の条件のスパッタリング法によって上記のPETフィルム上に形成して、実施例ごとに透明導電積層体を得た。なお、酸化物膜の原子組成比は誘導プラズマ発光分光分析（ICP）によって求めた。

#### 【0041】

スパッタリング装置 : HSM-552 (株)島津製作所製

ターゲットサイズ : 直径4インチ、厚さ5mm

放電形式 : 直流マグネットロン

放電電流 : 0.2A

放電電圧 : 400V

バックグラウンド圧力 :  $5.0 \times 10^{-4}$ Pa

導入ガス（雰囲気ガス） : 97vol%Ar + 3vol%O<sub>2</sub> 混合ガス

プレスパッタ圧力 :  $1.4 \times 10^{-4}$ Pa

プレスパッタ時間 : 5分

スパッタ圧力 :  $1.4 \times 10^{-1}$ Pa

スパッタ時間 : 4分

基板回転速度 : 6 rpm

基板温度 : 室温

び比抵抗を求めた。また、各透明導電積層体について、波長550nmの光の透過率を求めた。これらの結果を表3に示す。

【0043】なお、膜厚は、測定専用のスライドガラスを用いて上記の条件で別途成膜を行ったものについて、スローン社製のDEKTAK3030を用いた触針法により測定した。表面抵抗は、三菱油化社製のロレスタFPを用いた四端子法により測定し、表面抵抗の標準偏差は実施例ごとに上記の条件での成膜を5回行い、これらの膜の表面抵抗から求めた。比抵抗は、酸化物膜の平面視上の中央部において測定した表面抵抗に、前記のスライドガラス上に成膜した酸化物膜の膜厚を乗じることにより算出した（『薄膜材料の測定・評価』（技術情報協会）第114～115頁参照）。そして、透明導電積層体についての光の透過率は、（株）島津製作所製のUV-3100を用いて測定した。

#### 【0044】比較例1～比較例2

酸化物膜を成膜するにあたり、スパッタリングターゲットとして表1に示す原子組成比（酸素を除く。）の酸化物からなる焼結体ターゲットを用いた以外は実施例1～実施例11と同様にして、表2に示す原子組成比（酸素を除く。）を有する酸化物膜をPETフィル上に形成して、本発明の限定範囲外の金属元素を構成元素としている酸化物膜を備えた透明導電積層体を比較例ごとに得た。各透明導電積層体を構成している酸化物膜の各々について、実施例1～実施例11で求めたと同じ項目をこれらの実施例と同様にして求めた。また、各透明導電積層体における光透過率を実施例1～実施例11と同様にして求めた。これらの結果を表3に示す。

#### 【0045】

##### 【表1】

表 1

	酸素を除く焼結体ターゲットの原子組成比(at%)
実施例1	In:Sn:Ti=83.0:9.0:8.0
実施例2	In:Sn:Ir=85.0:9.0:6.0
実施例3	In:Sn:Y=86.0:9.0:5.0
実施例4	In:Sn:Cr=83.5:9.0:7.5
実施例5	In:Sn:Zn=58.0:7.0:35.0
実施例6	In:Sn:Zr=86.5:8.5:5.0
実施例7	In:Sn:Hf=86.0:9.5:4.5
実施例8	In:Sn:Ta=85.5:9.5:5.0
実施例9	In:Sn:Co=86.5:9.0:4.5
実施例10	In:Sn:Bi=84.0:9.0:7.0
実施例11	In:Sn:Mn=85.0:9.0:6.0
比較例1	In:Sn:Si=92.0:6.0:2.0
比較例2	In:Sn:Al=92.0:6.0:2.0

#### 【0046】

##### 【表2】

表 2

	酸素を除く酸化物膜の原子組成比 (at%)														
	In	Sn	Ti	Ir	Y	Cr	Zn	Zr	Hf	Ta	Co	Bi	Mn	Si	Al
実施例1	82.0	9.5	8.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例2	84.0	9.5	—	8.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例3	85.0	9.5	—	—	5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例4	82.5	9.5	—	—	—	8.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例5	58.0	8.0	—	—	—	—	38.0	—	—	—	—	—	—	—	—
実施例6	85.5	9.0	—	—	—	—	—	5.5	—	—	—	—	—	—	—
実施例7	85.0	10.0	—	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—	—	—	—
実施例8	84.5	10.0	—	—	—	—	—	—	—	5.5	—	—	—	—	—
実施例9	85.5	9.5	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0	—	—	—	—
実施例10	83.0	9.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.5	—	—	—
実施例11	84.0	9.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	—	—
比較例1	91.0	6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5	—
比較例2	91.0	6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5

【0047】

【表3】  
表 3

	膜厚 (nm)	光の透過率*1 (%)	表面抵抗 (Ω/□)	表面抵抗の標準偏差	比抵抗 ( $\times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$ )
実施例1	15	88.5	1200	25.7	1.80
実施例2	15	89.5	1250	20.7	1.87
実施例3	15	87.8	1050	26.4	1.57
実施例4	15	87.8	1000	28.5	1.50
実施例5	15	89.2	1020	21.4	1.53
実施例6	15	89.5	980	19.9	1.47
実施例7	15	88.2	1230	18.5	1.84
実施例8	15	88.7	1190	23.6	1.78
実施例9	15	89.1	1020	25.5	1.53
実施例10	15	88.0	1070	20.7	1.60
実施例11	15	87.7	1050	18.5	1.57
比較例1	15	88.5	1230	97.6	1.84
比較例2	15	87.6	1050	102.0	1.57

\*1 : 透明導電積層体に対する波長550 nmの光の透過率を示す。

【0048】表3に示したように、実施例1～実施例11で成膜した酸化物膜の表面抵抗の標準偏差は18.5～28.5 Ω/□である。したがって、これらの酸化物膜は所望の表面抵抗のものを再現性よく得ることができるものであることが判る。また、実施例1～実施例11で成膜した酸化物膜は、表面抵抗が980～1250 Ω/□と高抵抗である。これらのことから、各実施例で得られた透明導電積層体は、入力精度の高いタッチパネル、特にアナログ型のタッチパネルの透明電極基板として好適な優れた特性を有していることが判る。

【0049】一方、比較例1～比較例2で成膜した酸化

物膜の表面抵抗の標準偏差は97.6～102.0 Ω/□である。したがって、これらの酸化物膜は所望の表面抵抗のものを再現性よく得ることが困難なものであることが判る。このため、各比較例で得られた透明導電積層体を用いて所望の入力精度を有するタッチパネルを再現性よく得ることは困難である。

【0050】実施例12（タッチパネルの製造）

(1) 透明導電積層体の作製

電気絶縁性の透明基材として2軸延伸ポリエチレンテレフタレートフィルムの長尺物（サイズ：300 mm×10 m、厚さ125 μm。以下PETロールという。）を

用い、スパッタリングターゲットとして実施例1で用いたと同一組成の焼結体ターゲット（サイズ：5インチ×15インチ×5mm厚）を用いて、以下の要領で酸化物膜を成膜した。

【0051】まず、P E Tロールを連続走行式DCマグネットロンスパッタリング装置に装着し、真空槽内を $5 \times 10^{-3}$ Pa以下まで減圧した。次に、アルゴンガス（純度99.99%）を真空槽内圧力が $2 \times 10^{-1}$ Paになるように導入し、スパッタリング出力を1.6W/cm<sup>2</sup>（ターゲット印加電圧は400V）に、基板温度を20°Cにそれぞれ設定して、プレスパッタを行った。プレスパッタ後、スパッタリング出力および基板温度を前記の値に保持したまま、アルゴンガスと酸素ガスとの混合ガス（アルゴンガスと酸素ガスの体積比=97:3）を真空槽内圧力が $2 \times 10^{-1}$ Paになるように導入し、100cm/分の走行速度でP E Tロールの片面に酸化物膜（透明導電膜）を成膜した。

【0052】上述のようにして得た酸化物膜付きP E Tロールから、平面視上の大きさが $16 \times 16$ cmの酸化物膜付きP E Tフィルムを切り出すことにより、透明導電層体を得た。この透明導電層体に形成されている酸化物膜の中央および4隅の計5点について、その表面抵抗を実施例1～実施例11と同様にして測定したところ、 $1000 \pm 10 \Omega/\square$ と高電気抵抗でありながら均一性に優れていた。

【0053】(2) タッチパネルの作製および性能評価上記(1)で得た酸化物膜付きP E Tロールから、平面視上の大きさが $16 \times 16$ cmの酸化物膜付きP E Tフィルム（透明導電層体）を計2枚切りだし、これら2枚の透明導電層体を用いて、図2によってその概略が示されるアナログ型のタッチパネルを以下のようにして実施例ごとに作製した。

【0054】まず、一方の透明電極基板1を構成している酸化物膜（透明導電膜）2において互いに対向している1組の辺縁部上に、幅3mmの帯状を呈する電極端子3a, 3bを銀ペースト（藤倉化成社製のD-550）によってそれぞれ設けた。また、他方の透明電極基板5を構成している酸化物膜（透明導電膜）6において互いに対向している1組の辺縁部上にも、同様にして幅3mm

$$\text{検出誤差} = \sum_{n=1}^{100} (|V_n - V_{n0}| / |V_{n+1} - V_n|) / 100$$

$V_n$  : n番目の押圧点での測定電圧

$V_{n0}$  : n番目の押圧点での理論電圧

【0059】上記の式中、 $|V_n - V_{n0}|$ は測定電圧の理論電圧からのズレを示し、この値が小さいほど押圧位置の誤認が少ないタッチパネルが得られる。また、上記の式中の $|V_{n+1} - V_n|$ は隣合う2つの押圧点での測定電圧の差を示し、この値が大きいほど押圧位置の差を電位差として精度よく検出し易くなる。上記の式によつて

mの帯状を呈する電極端子7a, 7bをそれぞれ設けた。

【0055】次に、透明電極基板1と透明電極基板5とを、酸化物膜（透明導電膜）2, 6が互いに対向し、かつ、電極端子3a, 3bを結ぶ方向と電極端子7a, 7bを結ぶ方向とが平面視上直交するようにして貼り合わせた。このとき、SiO<sub>2</sub>からなる粒径15μmの球状のスペーサー（図示せず。）を用いて、酸化物膜（透明導電膜）2, 6間の距離が15μmとなるようにした。

【0056】この後、酸化物膜（透明導電膜）2に設けた電極端子3a, 3bと15Vの直流電源V1とを、リード線10a, 10bを介して接続した。このとき、リード線10aの途中にはスイッチS1を介在させ、リード線10bの途中にはスイッチS2を介在させた。また、酸化物膜（透明導電膜）6に設けた電極端子7a, 7bと15Vの直流電源V2とを、リード線11a, 11bを介して接続した。このとき、リード線11aの途中にはスイッチS3を介在させ、リード線11bの途中にはスイッチS4を介在させた。このようにして電極端子3a, 3bと直流電源V1、および電極端子7a, 7bと直流電源V2とを電気的に接続することにより、タッチパネル15が得られた。このタッチパネル15においては、酸化物膜（透明導電膜）2, 6が透明電極膜として機能する。

【0057】(3) タッチパネルの性能評価  
上記(2)で作製したタッチパネル15のリード線10bの途中からアースをとり、リード線10bとリード線11aとの電位差を測定するための電圧計12（図2参照）を設置した後、スイッチS1, S2およびS3を閉にし、スイッチS4を開にした。この状態下で、図2中に矢印Aで示すように、電極端子3aの長手方向の中心と電極端子3bの長手方向の中心とを結ぶ線に沿って、透明導電層体1の外側表面を電極端子3b側から電極端子3a側に向けて1.5mmおきに計100点、入力端の曲率半径が1mmの入力ペン13（図2参照）によって順次押圧し、このときの検出誤差を次式によって求めた。

【0058】

【数1】

求められた検出誤差の値は0.03であった。このことから、上記のタッチパネルは入力精度の高いものであることが確認された。

【0060】比較例3

スパッタリングターゲットとして比較例1で用いたと同一組成の焼結体ターゲット（サイズ：5インチ×15イ

ンチ×5mm厚)を用い、PETロールの走行速度を200cm/分とした以外は実施例12(1)と同様にして、PETロールの片面に酸化物膜を成膜した。次に、実施例12(2)と同様にして透明導電積層体を得、この透明導電積層体上の酸化物膜について実施例12(2)と同様にして表面抵抗を測定したところ、 $100\Omega \pm 400\Omega/\square$ と均一性に劣っていた。

【0061】この後、実施例12(2)と同様にしてアナログ型のタッチパネルを作製し、その性能を実施例12(3)と同様にして評価した。その結果、検出誤差の値は0.86であった。この値は、押圧位置の違いによる電位差と測定電圧の理論電圧からのズレ(表面抵抗のバラツキ)とがほぼ同じであることを意味している。上記のタッチパネルでは押圧位置の違いを電気的に検出することが非常に困難であり、入精度の低いものであった。

#### 【0062】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

所望の電気的特性を有する透明導電積層体を再現性よく提供することが可能になる。また、所望の入力精度を有するタッチパネルを再現性よく提供することが可能になる。さらには、入力精度の高いタッチパネルを再現性よく提供することも可能になる。

#### 【図面の簡単な説明】

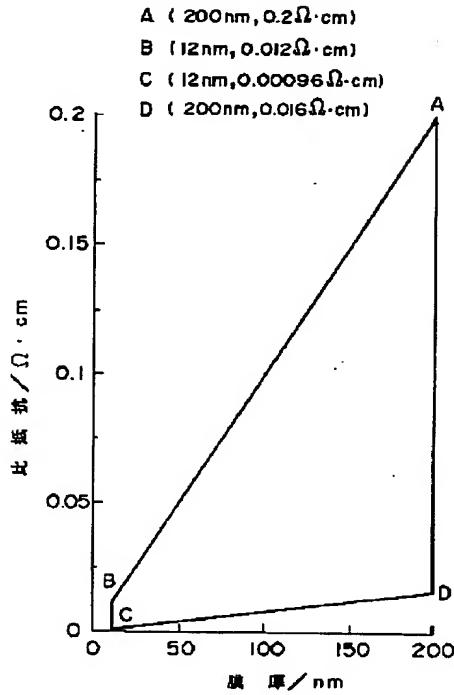
【図1】本発明の透明導電積層体を構成している特定組成の酸化物膜(透明導電膜)の膜厚と比抵抗との関係を示すグラフである。

【図2】実施例12で作製したアナログ型のタッチパネルの概略を示す斜視図である。

#### 【符号の説明】

- 1, 5 透明導電積層体
- 2, 6 酸化物膜(透明導電膜；透明電極膜)
- 3a, 3b 電極端子
- 7a, 7b 電極端子
- 13 入力ペン
- 15 アナログ型のタッチパネル

【図1】



【図2】

